ГОССТРОЙ СССР
Главпромстройпроект
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
Государственный проектный институт
САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ:
ДИРЕКТОР ГПИ
САНТЕХПРОЕКТ Н.КОХАНЕНКО
7 июня 1972 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ
по проверке графическим методом самокомпенсации трубопроводов пространственной конфигурации при температурных перепадах до 300°С

ХЗ-59

Москва 1978

gost.e-ecolog.ru

Введены в действие приказом № 107 по
В/О Союзсантехпроект от 7 июня 1972 года

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Предлагаемый графический метод предназначен для проверки самокомпенсации трубопроводов пространственной конфигурации при температурных перепадах до 300°С и минимально необходимом количестве аналитических расчетов без применения справочного материала.

Данный метод позволяет проверять самокомпенсацию трубопроводов из сталей марок СТ3, 10,20 при максимальных расчетных давлениях до 25 кгс/см^2 (для бесшовных труб) и до 16 кгс/см^2 (для электросварных труб). Проверка производится по одной номограмме (рис. 1). Основой номограммы является график, приведенный в "Указаниях конструкторам по применению критерия температурной самокомпенсации трубопроводов".

Номограмма состоит из четырех квадрантов: А,Б,В,Г (см. рис. 1). В квадранте А помещен график, на котором определяется положение точки, характеризующее наличие или отсутствие самокомпенсации трубопровода. Квадрант Б состоит из семейства кривых (гипербол), каждая из которых соответствует определенному наружному диаметру трубопровода. В квадранте В даны шкалы упругих длин трубопровода (в м), соответствующие определенному температурному перепаду. Квадрант Г состоит из семейства прямых, соответствующих расстоянию между неподвижными опорами по прямой α (в м).

Построения, выполняемые в квадрантах Б и В номограммы при решении конкретных задач, являются графическим решением выражения.

$$\overline{\delta} = \frac{\alpha \cdot d_н \cdot \Delta t \cdot E}{[\sigma] \cdot L}, \qquad (1)$$

где $\bar{\delta}$ - температурный параметр;

α - коэффициент линейного расширения при рабочей температуре, см/^{0}С;

$d_н$ - наружный диаметр трубопровода, см

Δt - расчетная разность температур, ^{0}С

E - модуль упругости при рабочей температуре, кгс/см^2;

$[\sigma]$ - допустимое напряжение на температурную самокомпенсацию при рабочей температуре, кгс/см^2;

L - упругая длина трубопровода, м;

$$\Delta t = t_к - t_o$$ Здесь

$t_к$ - расчетная температура компенсации, ^{0}С;

t_o - температура монтажа (замыкания шва), ^{0}С

Построения в квадранте Г есть решение соотношения

$$\beta = \frac{L}{a} - 1 \qquad (2)$$

где β - коэффициент;

a - расстояние между неподвижными опорами по прямой, определяемое по формуле

$$a = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta y^2 + \Delta Z^2}$$

Здесь $\Delta X, \Delta y, \Delta Z$ - разность координат неподвижных опор начала и конца трубопровода, м

Упругая длина трубопровода определяется по формуле

$$L = l_1 K_1 + l_2 \cdot K_2 + l_3 \cdot K_3 + \ldots + l_n \cdot K_n$$

где $l_1, l_2, l_3 \ldots, l_n$ - действительные последовательные длины всех прямых и дуговых элементов,

$K_1, K_2, K_3 \ldots K_n$ - коэффициенты гибкости элементов.

Для прямых элементов трубопровода, имеющих ось в одной плоскости, К=I (для плоских схем).

При определении упругой длины трубопровода с пространственной осью коэффициенты гибкости К=I для прямых элементов , лежащих в плоскости проекции, которая совпадает с двумя наибольшими из координат и принимается за основную плоскость проекции.

Коэффициент гибкости прямого элемента, перпендикулярного основной плоскости проекций, К=I,3.

Коэффициент гибкости дуговых (гнутых) элементов рассчитывается по специальным формулам и в данной работе не рассматривается, так как при монтаже трубопроводов в настоящее время применяются крутоизогнутые, штампованные или сварные отводы, коэффициент гибкости К которых близок к I.

При определении упругой длины осевой линии трубопровода с крутоизогнутыми или сварными отводами трубопровод рассматривается как состоящий из прямых отрезков. Радиус отводов условно принимается равным нулю. Возникающая при этом погрешность идет в запас прочности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОЛЬЗОВАНИЕ НОМОГРАММОЙ

Проверка самокомпенсации трубопровода по номограмме выполняется в три этапа.

Первый этап. Подбор исходных данных

Для выполнения проверки необходимо иметь следующие данные:

а) диаметр трубопровода Ду, мм;

б) параметры теплоносителя и температурный перепад

$t_к, t_о$ °С

в) аксонометрическую схему трубопровода;

г) координаты неподвижных опор начала и конца участка трубопровода.

Для плоских участков аксонометрическая схема не требуется.

Второй этап. Определение величин L и a

Величины L и a определяются по данным аксонометрической схемы по формулам

$$L = l_1 \cdot K_1 + l_2 \cdot K_2 + l_3 \cdot K_3 + l_n \cdot K_n \quad м.$$

$$a = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2} \quad м.$$

Значения и правила подсчета входящих в формулы величин были описаны выше.

Третий этап. Построение на номограмме

Проверка трубопровода на самокомпенсацию производится по величинам L и a в следующем порядке.

I. В квадранте В находится шкала, соответствующая заданному температурному перепаду (или близкому к нему). На ней откладывается величина L в метрах.

Из найденной точки восстанавливается перпендикуляр в квадрант Б до пересечения с кривой, соответствующей заданному диаметру. Из точки пересечения проводится горизонталь в квадрант А, где эта линия будет пересекаться с линией, выходящей из квадранта Г.

2. На шкале L квадранта Г откладывается найденное L и проводится горизонталь до пересечения с прямой, расстояние a которой равно найденному выше (или близкое к нему).

Из точки пересечения восстанавливаем перпендикуляр в квадрант А до пересечения с линией, выходящей из квадранта Б. Положение точки пересечения этих двух линий

на графике характеризует наличие или отсутствие самокомпенсации трубопровода или указывает на необходимость выполнения расчетов на ЭВМ.

Решение примеров № I,2,3 с использованием номограммы дано на рис. 2.

Примеры проверки самокомпенсации

Пример № I

I. Дано: паропровод ϕ 273х7 мм, рабочая температура $t_к$ = 235°С, наружная температура $t_о$ = -20°С, Δt = 235-(-20) = 255°С.

2. Определяем величины L и a

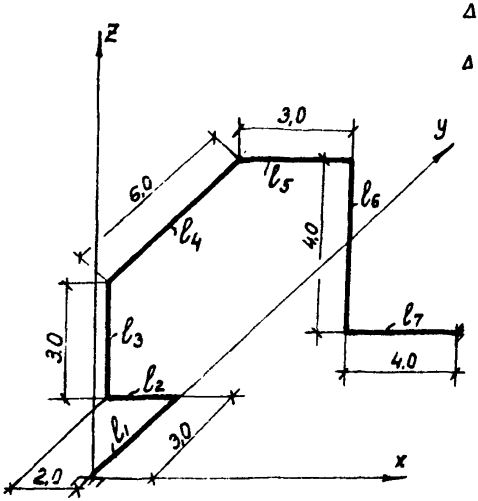
$$L = l_1 \cdot K_1 + l_3 \cdot K_3 + l_4 \cdot K_4 + l_5 \cdot K_5 + l_6 \cdot K_6 + l_7 \cdot K_7 = 3 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 1{,}3 + 6 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 4 \cdot 1{,}3 + 4 \cdot 1 = 27{,}1 м$$

$$a = \sqrt{5^2 + 9^2 + 1^2} = 10{,}35 м$$

$$\Delta X = l_5 + l_7 - l_2 = 5$$

$$\Delta Y = l_1 + l_4 = 9$$

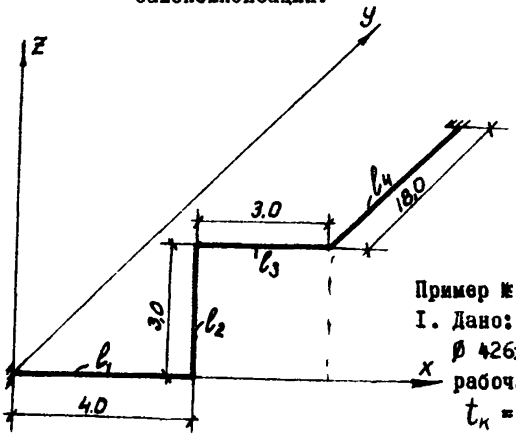
$$\Delta Z = l_6 - l_3 = 1$$



Основной плоскостью является плоскость X-Y. Поэтому K_1, K_2, K_4, K_5, K_7 равны I, а K_3 и K_6 равны I,3.

3. На номограмме производим построения (см. рис. 2).

4. Ответ. Принятая схема трубопровода обеспечивает температурную самокомпенсацию, так как точка I пересечения линий построения попала в зону самокомпенсации.



Пример № 2.

I. Дано: водовод ø 426х6 мм, рабочая температура $t_к$ = I50°C, наружная температура t_0 = - 30°C,

Δt =I50-(-30)=I80°C .

2. Определяем величины L и a

$\Delta X = l_1 + l_3 = 7{,}0$м

$\Delta y = l_4 = 18{,}0$м

$\Delta z = l_2 = 3{,}0$м

$a = \sqrt{7^2 + 18^2 + 3^2} = 19{,}5$

$L = l_1 \cdot K_1 + l_2 \cdot K_2 + l_3 \cdot K_3 + l_4 \cdot K_4$

$= 4 + 3 \cdot 1{,}3 + 3 + 18 = 26{,}9$

Основной плоскостью проекции является плоскость $x-y$, поэтому

K_I, K_3, K_4 равны I, а K_2=I,3.

3. Построения указаны на номограмме (см.рис.2)

4. Ответ. Точка попала в зону необходимости выполнения поверочных расчетов. Самокомпенсация не обеспечивается. Требуется провести детальные расчеты трубопровода на ЭВМ или изменить схему трубопровода с повторной проверкой самокомпенсации.

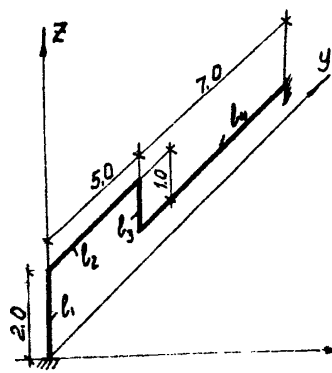
Пример № 3.

I. Дано. Паропровод ∅ 325 х 8 мм,

рабочая температура $t_к$ =300°С,

наружная температура $t_о$ =0°С,

Δt =300° - 0 = 300°С.



2. Определяем величины L и a

$\Delta X=0; \Delta y=l_2+l_4=12,0; \Delta Z=l_1-l_3=1$

$a=\sqrt{12^2+1}$ = 12,05м

$L=l_1\cdot K_1+l_2\cdot K_2+l_3\cdot K_3+l_4\cdot K_4=$

$=2+5+1+7=15$м

так как фигура плоская, то

K_I = K_2=K_3=K_4=I.

3. Построения показаны на номограмме (рис. 2).

4. Ответ. Точка попала в зону

отсутствия самокомпенсации. Самокомпенсация трубопровода не обеспечивается . Требуется изменение схемы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Указания конструкторам по применению критерия температурной самокомпенсации трубопроводов. Изд-во Московского отделения института "Теплоэлектропроект", № II39-ОМ, I967.

Руководящие указания по проектированию станционных трубопроводов. Вып. П. Расчеты трубопроводов на прочность с учетом напряжений компенсации. Изд-во Ленинградского отделения института "Теплоэлектропроект", № 27477, I965.

Справочник по проектированию электрических станций и тепловых сетей. Раз. IX, том I. Механические расчеты трубопроводов. Изд-во Московского отделения института "Теплоэлектропроект", № I79, I959.

Нормы расчета элементов паровых котлов на прочность Сборник материалов Госгортехнадзора, М., I97I г.

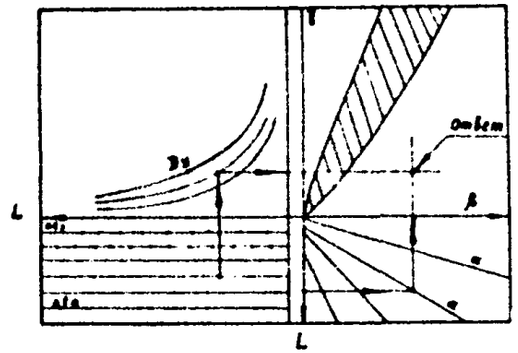
Справочник проектировщика. "Тепловые сети". Под ред. Николаева, М. "Энергия", I962.

Рис 1.

Б

Номограмма

для графического метода проверки самокомпенсации трубопроводов сложной конфигурации.



$\bar{\sigma} = \frac{L \cdot d_н \cdot \Delta t \cdot E}{[\sigma] \cdot L}$

Зона отсутствия самокомпенсации.

Зона необходимости поверочного расчета на ЭВМ

Зона обеспечения самокомпенсации

А

0.95 0.9 0.85 0.80 0.75 0.70 0.65 0.60 0.55 0.50 0.45 0.4 0.35 0.3 0.25 0.20 0.15 0.1 0.05 0

Dy 500 Dy 350 Dy 300 Dy 250 Dy 200 Dy 150 Dy 125 Dy 100 Dy 80 Dy 70

$\beta = \frac{L}{a} - 1$

1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0

L

Δt = 100° 22 20 18 16 14 12 10 8 6 4 2

Δt = 130° 30 28 26 24 22 20 18 16 14 12 10 8 6 4 2

Δt = 160° 36 34 32 30 28 26 24 22 20 18 16 14 12 10 8 6 4 2

Δt = 180° 40 38 36 34 32 30 28 26 24 22 20 18 16 14 12 10 8 6 4 2

Δt = 230° 48 36 32 28 24 20 16 12 8 4

Δt = 255° 48 36 32 28 24 20 16 12 8 4

Δt = 305° 48 36 32 28 24 20 16 12 8 4

5 10 15 20 25 30 35 40

L

α=1 α=2 α=3 α=4 α=5 α=6 α=7 α=8 α=9 α=10 α=11 α=12 α=13 α=14 α=15 α=16 α=17 α=18 α=19 α=20 α=25 α=30

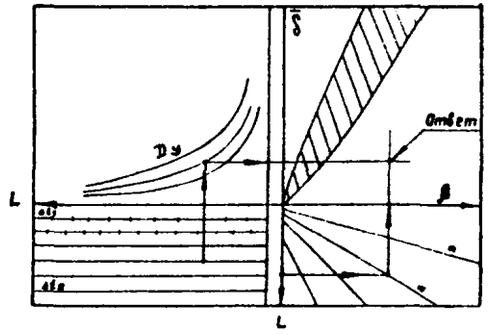
В

Г

Рис 2

Номограмма

для графического метода проверки самокомпенсации трубопроводов сложной конфигурации.



$$\bar{\delta} = \frac{d \cdot d_н \cdot \Delta l \cdot E}{[\sigma] \cdot L}$$

Зона отсутствия самокомпенсации.

Зона необходимости поверочного расчета на ЭВМ

Зона обеспечения самокомпенсации

$$\beta = \frac{L}{d} - 1$$

Dy 500
Dy 450
Dy 400
Dy 350
Dy 300
Dy 250
Dy 200
Dy 150
Dy 125
Dy 100
Dy 80
Dy 70

L

Δt = 100°
Δt = 130°
Δt = 160°
Δt = 180°
Δt = 230°
Δt = 255°
Δt = 305°

L

α=1
α=2
α=3
α=4
α=5
α=6
α=7
α=8
α=9
α=10
α=11
α=12
α=13
α=14
α=15
α=16
α=17
α=18
α=19
α=20
α=25
α=30
α=35
α=40
α=45
α=50

А

Г

Б

Б

[illegible] Подп. к [illegible] 72 Вал. 386 Тир. 5350 ц. 18к.
ГПИ Сантехпроект, г. Москва, Н. Первомайская, 46

gost.e-ecolog.ru